《中国科技史杂志》第 36 卷　第 2 期(2015 年)：170 ~ 181
The Chinese Journal for the History of Science and Technology　Vol. 36 No. 2(2015)

宋元明时期司天机构的候气工作与候气观念的兴衰

王玉民
(北京天文馆 古观象台，北京 100005)

摘　要　候气实验和候气观念到了宋元明阶段，出现重大演变。虽然曾有过郭守敬等人的研究和尝试，官方的十二律管缇室候气实验在宋元基本在停止状态。明代，官方的候气实验变为八管候气，目的是预测八方农作物丰歉，与早期的实验有显著差别。南宋时，以蔡元定为代表的"候气定律"思想，标志着对候气观念研究的复兴。到元明时，研究者愈见增多，并出现怀疑和反对的声音，明中后期则发展成瞿九思、朱载堉等人对候气说的猛烈批判。

关键词　天文学史　候气　候气室　瞿九思　朱载堉
中图分类号　N092：P1-092
文献标识码　A　　　**文章编号**　1673-1441(2015)02-0170-12

"候气"是中国传统天文历法中的一个特别实验活动，它的明确记载出现于东汉，盛行于魏晋，结束于清康熙年间，它含有一套条件苛刻、匪夷所思的实验方法，以及指导这实验的一种对天地联系的奇特观念。由于它体现的学科的跨越性，思想的神秘性和实验条件的苛刻性，不要说它在当今的科学史研究中很不引人注目，就是在古代，候气实验也是一个超然而独特的存在，在两千年的历史长河中忽隐忽现、断断续续。

典型的候气实验，是由皇家司天机构建造一不透风的三重密室(缇室)，将代表 12 个月的 12 根律管按方位埋在缇室的地表或放在案上，管内充以特制的芦苇内膜烧成的灰(葭莩灰)，到某个节气，则相应的律管就会有灰飞出，比如到冬至时刻，最基本的那支律管——黄钟管就会飞灰。以此，可以确定交节气的准确时刻，当然，古代很多人认为反过来也成立——即在交节时刻到来时，可以根据飞灰程度判断律管长度合不合要求。

候气实验作为皇家天文学家的测候手段，只能在皇家天文台的专用缇室里操作运行，历代典籍里留有很多这方面的记载。虽然它的社会文化功能常充溢于社会生活的许多方面，但由于候气实验的常规性、保密性，而且没有什么显著的结果，所以后世典籍中直接具体的候气实验记载不多。关于唐宋以前的候气实验，已有很多学者整理、论述，但是宋以

收稿日期：2014-12-24；**修回日期**：2015-01-13
作者简介：王玉民，1958 年生，河北承德人，博士，北京天文馆研究员，主要研究天文学史。
基金项目：中国科学院自然科学史研究所"科技知识的创造与传播"重大项目《中国古代"候气"理论、实验与传播研究》。

后,特别是元、明、清官方的候气实验,尚缺乏系统的整理,本文在广泛搜集各种典籍记录的基础上,试图对宋、元、明时期的司天机构的候气实验工作做一钩沉整理,同时对这一时期学者们对候气观念、候气实验的态度做一概述。

1 宋元时期对候气说研究的复兴

唐贞观以后,国史中没有候气的记载,唐、五代、北宋对候气说都是一种沉寂状态。[1] 宋代司天机构是不是仍在从事候气活动? 我们可以通过沈括(1031 ~1095 年) 在《梦溪笔谈》中一段关于候气的论述来分析,文中说:

> 司马彪《续汉书》候气之法,于密室中以木为案,置十二律管各如其方,实以葭灰,覆以缇縠,气至则一律飞灰。……盖彪说得其略耳,唯《隋书》志论之甚详。其法先治一室,令地极平,乃埋律管,皆使上齐,入地则有浅深。[2]

从沈括叙述的口气看,他是没有做过或看过候气实验的,只是引用《续汉书》、《隋书》中描述的方法,而沈括曾在朝廷任提举司天监,对司天监的工作应该是非常熟悉,由此可以推测,至少在沈括生活的时代,司天监是没有候气实验的。文中,沈括还用了“世皆疑”、认为古人“别自有术”,并拿针灸的经络候气作类比等,更说明沈括只是把候气当作一个曾经的学术问题来研究。

到南宋时,出现一位古代音律学理论的集大成者蔡元定(1135 ~1198 年),他的著作《律吕新书》,在卷 1《候气第十》和卷 2《候气第九》两章中,详细论述了候气之法,将历代关于候气的论述取其精要,尽数收入其中。关于历代候气实验成功与否的问题,蔡元定引述隋人毛爽之说“魏代杜夔亦制律吕,以之候气,灰悉不飞……臣先人乃取玉管及宋太史尺并闻奏,诏付大匠,依样制管,至斯以后,律又飞灰。”([3],36 ~38 页) 他对候气与律管关系的有阳无阴现象,用“易者尽天下之变,善与恶无不备也,律者致中和之用,止于至善者也”([3],18 页) 来解释。他认为“以律管定尺,乃是以天地之气为准,非秬黍之比也。”([3],21 页) 并提出以候气实验为出发点重新确定律管长和度量衡标准(称“候气定律”) 程序的设想。他的著述,对当时和后世影响很大,引起了对候气说研究的复兴。

南宋儒学大师朱熹(1130 ~1200 年) 在他的《琴律说》一文中,对候气法也有过论述,他把候气法的律管安排与古琴的丝弦安排做以类比[4],对候气实验的具体操作也提出一些自己的见解,比如他认为应该先定律管长,然后再候气验之,验证后再定其他的调“律之分寸即定,便当埋管候气,以验其应否,至于播之五声、二变而为六十调者,乃其余耳”。并说“候气之说,盖埋虽相近,而自管之长短入地浅深有不同,故气之应有先后也。非以子午方位而为先后也。”([5],418 页) 即埋管最关键的是深浅合度,方位等是次要的。

到元代,刘瑾(1451 ~1510 年) 有《律吕成书》2 卷,基本因袭蔡元定的观点,并在书中绘有《三重缇室图》、《缇室内置十二律方位图》,并对律管的长短限制问题作了发挥,认为“古人制作之意也,夫律长则声浊而气先至,极长则不成声而气不应,律短则声清而气后至,极短则不成声而气不应。”[6] 对候气抱有确切的肯定态度。

元代著名天文学家郭守敬(1231 ~1316 年) 也曾对候气有过研究,“公又尝欲仿张平子为地动仪及候气密室,事虽未就,莫不究极指归。”[7] 这大约是在成宗朝的 1298 年以后

的年代，郭守敬试图仿制东汉张衡的候风地动仪，又试图搭建缇室对候气实验进行研究，但都没有结果，也没有留下具体的论述。

没成功的原因，当代有学者曾指出："前者大约因为有关张衡候风地动仪的记载过于简略所致；而后者则由于所研究的课题并无科学的内涵，这确如有人已指出的，白白浪费了他晚年的宝贵时间"[8]。像郭守敬这样的大科学家，对万事万物都会是一种开放态度，当然是要对流传千余年的候气方法进行实验研究的。史书中没留下他对候气的只言片句评价，说明他的实验极可能未果，但他持审慎态度，所以未下结论。

查《元史》记载，《历志一·验气》中只提测影，未提到候气，结合郭守敬晚年的建密室尝试，可以推测，在元朝，缇室候气不是司天台的常规测候活动。

2 明代天文机构的候气活动

在明代，候气是不是司天机构的常规工作呢？《明史·职官三》有这样的记载：

> 监正、副，掌察天文、定历数、占候、推步之事。凡日月、星辰、风云、气色，率其属而测候焉。有变异，密疏以闻。凡习业分四科：曰天文，曰漏刻，曰回回，曰历。自五官正下至天文生、阴阳人，各分科肄业。……立春，则预候气于东郊。([9]，卷6，1810~1811页)

其中的"测候"当包括候气，至于"立春，则预候气于东郊"，更是历代古已有之的传统，南宋王应麟(1223~1296)的《玉海·天文、律历》有"周迎气四郊。……四立之日，迎气在四郊，……汉迎气五郊。……立春之日，迎春于东郊，祭青帝"[10]的记载，这里的"迎气"不是候气实验，但两者可能有共同的渊源关系。

那么从事"测候"的明朝钦天监有没有具体的候气活动呢？有，据《日下旧闻考》所述，在顺天府的衙署中，设置有天星堂，"天星堂在顺天府后，内空洞，上覆以格，有《郡国方位图》。冬至日，悬毛羽，验气之盛，则其岁丰。"([11]，1078页)顺天府是北京地区的最高地方行政机构，其衙署是沿用的元代大都路都总管府的旧址，在今鼓楼东大街的东公街内。但这个内悬毛羽用来验气的建筑还不是真正的候气室，真正的候气室是这样的：

> 顺天府中有候气室，在东夹道迤北。立春日，钦天监官于堂下掘地为坎，深数尺，以竹管八实灰其中，照方位布列坎内，以土覆之。至冬至日启视，以占八方之丰歉。若管灰全浮出者为丰，不浮者为歉。即《汉书》葭莩灰实律管之法也。([11]，1079页)

这种候气实验与以前史书记载的候气实验有显著的不同。史书记载的候气实验，最基本的要求是建"三重缇室"，即三层墙并用缇布覆盖、毫不透风的密室，室中心按12方位，埋设代表十二音律、充满葭莩灰的律管，到每月中气，相应律管则有灰飞出，查看灰飞情况即可定节气的时刻。但明朝的候气实验演变的与过去大不一样了：即没设三重缇室，律管也不是12根，甚至都没提是律管，只说是竹管，另外也不是看每月中气的飞灰，而是到冬至日开启密室，看8支竹管的飞灰效果，其目的也不是测定节气时刻，而是占卜八方土地来年的丰歉程度——传统的候气实验已经让人感到够匪夷所思了，到了明朝，是什么原因又演变成这样的形态，实在是一个谜。

明代、清初的史书中，还有钦天监“立春迎气起管”的做法，把查看候气律管的时间又改到了立春，这更使候气实验的演变谜上加谜。笔者推测，这可能是把“立春迎气于东郊”的做法又揉合进候气实验中来了。

当然，比起明清时代变形了的候气实验，以前典籍中记录的传统的候气方法，一直引起着学者们的更大关注。特别是蔡元定提出的“候气定律”原则和实验方法，曾被一些人尝试。《明史·乐一》载嘉靖九年(1530 年)，已经致仕的甘肃行太仆寺丞张鹗被召至朝廷考定雅乐，张鹗说:

> 何以定黄钟、起历元? 须依蔡元定，多截竹以拟黄钟之律，长短每差一分。冬至日按律而候，依法而取。如众管中先飞灰者，即得元气。……庶几元声可得，而古乐可复。([9]，卷 5，1510～1511 页)

后来，张鹗被任命为太常卿，皇帝诏许他“取山西长子县羊头山黍，大小中三等各五斗，以备候气定律”([9]，卷 5，1516 页)。张鹗作到什么程度，史书上没有记载下文，估计实验没有成功，定钟律的事也就不了了之。

到了明朝末年，朝廷内忧外患交困，君臣都热衷于音乐复古，以期望通过这样来稳定人心。那时“琴瑟并无指法，舞客尤乖古制”，迫切需要掌握“前钟之律”[12]，访求知乐之人细加参究:

> 崇祯十五年，礼部议复太常寺乐疏。云:……臣等谨察得黄钟候气，实为律历之本。而自汉、唐以来，或为三寸九分，或为九寸，其说不同。前议历法时，臣等以古葭灰候气之法，令钦天监与新局并试，皆不甚晓。……惜古乐残缺，未易顿议。亦宜访求知乐之人，徐加订定。[13]

这时已经寻访不到懂得传统候气之法的人了，钦天监和历局的官员只会用 8 支竹管预测八方的收成丰歉，其余“皆不甚晓”，最后只好感叹“古乐残缺，未易顿议”，还要“徐加订定”，这事发生在崇祯十五年(1642 年)，没两年就明朝灭亡，改朝换代了。

据记载，明朝万历时期的内阁首辅张居正(1525～1582 年)也曾尝试过候气实验。后人对张居正的文治武功都非常熟悉，没想到他对流传许久的候气实验也特别感兴趣:

> 江陵(张居正)自谓深明律学，命官依古法，造三层密室，又依蔡氏，多截管以候气，不应。([14]，544 页)

参照上文明朝钦天监的候气实验情况，可以推知张居正的传统候气实验是因他个人喜好而做的。当然以他的高位，“命官”命令的很可能就是钦天监官员。候气实验最后没有实现目标，张居正请了一位叫袁了凡的学者提改进意见，袁了凡提出: 这套装置与古法有五不合，如在城里瓦砾丛积的空地上建缇室、三重墙的地基深度不够、三重墙的门全开向南等都与古制不合。如果把这些都纠正了，在天坛南侧选一块地，建室候气，就能应气飞灰。张居正对此深为叹服，就全权委托袁了凡来做这件事。可能是袁的理想太宏大了，又提出要先改历法，结果两人出现矛盾，袁了凡称病告退，随后张居正也发生变故，候气的事也就终止了。([14]，544～545 页)

关于明代钦天监的候气活动，还有这样一条史料:

> 按祝允明枝山《野记》: 国初司天之官犹候气测景，测用八尺之表，郭守敬用四十尺，故号精密，今并废矣。闻后来候气者，旦夕亦置灰坎中，潜通地隧，按时以沸石灰

> 汤供彼穴灌之，汤至而灰飞也。按此则候气之法其废也久矣。气之所以弗应者，由不得律焉故耳。（[5]，418 页）

按“吴中四才子”之一的祝允明（1460～1527 年）《野记》的说法，明朝初年钦天监还是有传统候气实验的，只是后来废弛了，而以后的候气工作全变了味，司天官设计了一套可人工控制的律管飞灰装置：将放好葭灰的律管下掘出地洞，通在外面一处隐秘的洞穴中，如果将洞穴内放入生石灰并加水，因为生石灰加水后（即“沸石灰汤”）会变成熟石灰（氢氧化钙）并产生大量热量，热气浪就会通过秘密地洞吹动律管中的葭灰。祝允明以寥寥数句揭露了司天官的造假。但是，《四库全书总目提要》卷 143 称《野记》“多委巷之谈，……朱孟震《河上楮谈》亦称允明所撰志怪及此书，可信者百中无一”。因此虽此记载经常被后人引用来说明司天官的造假，但其可信度是不高的。因为这种造假不像伪造天象报告那样无迹可查，灌沸石灰汤的装置是如此明显，有“赃物”留在那里，钦天监官员要考虑一旦露馅的后果。

3 明代学界对候气的肯定和批判

对候气学说的态度，明代与以往朝代的显著不同是，除了持肯定态度的声音外，有了很多怀疑和反对的声音，甚至发展到了猛烈的批判，形成了明朝特有的对候气学说的“百家争鸣”的态势。本节我们先列举分析一些支持、建设性批评的声音，再列举各种质疑和批判以作为对比。

明代正德年间的文渊阁大学士、名臣王鏊（1450～1524 年）有著作《震泽长语》，用不少篇幅论述了音律、候气等内容。书中列举历代候气记载，特别是北齐信都芳的善观云色知气至、用二十四扇候气的方法，记录的很详尽。他对候气定律思想，尤为崇尚：

> 黄钟之管，长九寸，黍度之所由起也。容千二百黍，量之所由起也。重十有二，权衡之所由起也。度量权衡皆起于黄钟，故曰“黄钟为万事之根本”。后世儒者，莫知声气之元，乃区区累黍为尺以制律。古法律管，当实黍千二百粒，而古今之黍，圆长大小不同，难以为准，其容受卒不能合。[15]

他强调“黄钟为万事之根本”，度量权衡必须以黄钟之管为出发点，对后世儒者不知寻找声气之元，只会用排列黍粒造尺长的做法，持批评态度。随后他在文中列举了胡瑗（公元 993～1059 年）筛取羊头山黍的精细做法、范镇（1007～1088 年）改变《汉书》的记载数据，晋、后周、梁等采用出土的古尺、古律，甚至还有用马尾、蚕丝等来定尺的标准的，都没有成功，为什么？王鏊说：

> 由不能识天地之中声、不以律制尺而以尺定律故也。后世既无神瞽之神解，则如之何？缇室葭管以候气，多为管以参验，如蔡元定之法，其亦庶乎其可也。[15]

他认为用蔡元定的多取律管，以冬至候气验证黄钟长度，才是解决度量权衡标准的根本办法。

明朝有很多人对经典候气方法很感兴趣，试图恢复，并提出各种改进建议。精通音律的学者、曾任兵部尚书的韩邦奇（1479～1555 年）在《苑洛志乐》中对候气室的选址有独到的见解：

> 埋管之地，不可以城市之中。盖城市之地，翻取数过，皆灰粪瓦砾，非本然之土，必于旷野素无人居之地，土之黄壤者，亦须去二三尺，以尽客土，掘亦不可深，深则恐伤正气，如此候之，或得正气之应矣。[16]

他已认识到了人类生活对候气实验的干扰，要选取原生态土地实验，是一种很高明的见解。

明代另一位精通音律的学者李文察（约 1493～1563 年）也支持候气说。他曾钻研各种乐理典籍，仔细研究了候气学说。在《律吕新书补注》中，他说"候气之说始于汉蔡邕，古今所传不可诬也。"关于候气定律，李文察认为人心在其中起到重要的作用，"候天地之气，则可以验十二律之妙，候吾心之气，则可以定黄钟一律之长短。"[17]因为乐音之起都是人心生，天地之气钟于人，黄钟律管用候气法验过之后，"乃用参天两地数制管吹之，仍验以喉音，则与周天合矣。故曰：声为律，身为度也。"[18]，意思是律管验得再准，最后也要通过人吹，验以喉音，看它与周天合不合。这在古代学者的各种见解中，是一种很奇特的观点。

明代倪复著《钟律通考》，花费了很多笔墨记述候气实验和候气定律方法。他对缇室的选址则提出"埋律之处，也需中州阴阳所会之地，则气序不差，乃可候之耳。"[19]即候气缇室的选址，他不是从城市或荒郊着眼，而是从海内大形势着眼，认为需要选在"中州"，也就是"地中"，认为这里是阴阳所会之地，气序不差，候气实验最为可靠。

万历年间著《律吕解注》的邓文宪、明后期岭南著名诗人区大相都明显支持候气说。另外，还有很多明代学者对传统候气方法提出了一些建设性批评和改进见解，其基调也是肯定的，如著有《大乐律吕元声》的李文利、著《乐律管见》的音律学家何塘、著有《律吕新书分注图算》的许珍、著有《律吕正声》的明末音律学家王邦直、写有乐理专著《太律》的葛中选等都对传统候气方法提出很多改进设想，限于篇幅，这里不再详述。

看来，经典的候气实验在明代已经到了半失传的状态，官方的候气实验已明显与古制不同，虽然使用传统候气方法来定音律的尝试一再被人提起，但学者们探讨候气基本都是将它作为音律的一部分来探讨的，多为纸上谈兵。

明朝中期，学界出现对候气怀疑和批判的思潮，这在明朝后期更明显。如祝允明（《野记》）、王阳明（《顺生录之九·年谱二》）、王廷相（《王氏家藏集》）、季本（《乐律纂要》）、刘濂（《乐经元义》）、邵储（《古乐义》）、张介宾（《类经附翼》）等，本文仅举批判候气说最严厉、最激烈、最到位的 3 人说明之，这就是明朝中后期的理学家瞿九思、明末著名乐律学者朱载堉（1536～1611 年）和天文学家邢云路（约 1549～1625 年）。

"黄梅文学"的先驱瞿九思在《乐经以俟录》中，一口气提出候气"可疑者"31 条，对候气观念、候气学说、候气实验进行了彻底的质疑。（[20]，55～59 页）

瞿九思说，古人安排的十二律与十二月的相配法则，用于律管候气实验，只能认为地下的"阳气"逐月微小上升，过了夏至仍然上升，到寒冷的十月反而升到最高，十一月又返回起点重新开始。按说气有阴有阳，有升有降，而候气学说只认定阳气逐月上升，这还是我们平时说的气吗？瞿九思认为这些实验者还没搞清要候的"气"是什么，就设计候气实验，这是第一位的疑点。

像对候气说不考虑地势地域的影响，"地有高卑，土有疏密，节气亦应定有早晚先后，

安得此按月所应之气，东西南北皆恰好去地面几寸几分，略无短长耶。此其可疑者二”；瞿九思还考虑了地的湿度“夫芒种后即有湿，有湿则灰湿不能飞，候律者，欲蕤宾灰飞，意必卜高燥之地为缇室，以避湿，地形高则得气差不易。”此质疑非常中肯，前人几乎都忘了到了春季地的湿气也会上升这一现象，如果律管内湿度大大增加，就是再轻的葭莩灰也可能会粘连不飞。

另外还有一些质疑：天子在前殿是候律气，还是候云气？历代的尺长都不一样，由此律管长也不一样，怎么候气，难道大自然的气也是随着历代律管长的变化而变化的？这些都点到了候气说的要害之处。

不过虽然他这样强烈质疑候气说，但还是只反对邹衍京房的十二月律管缇室候气，认为冬至候气还是可行的（是不是本朝的测八方丰歉法，他没有明说），他对先王的至日观云物，以辨吉凶水旱也不反对。按他的见解，唐贞观以后，国史中没有候气的记载，看来唐五代宋等都明白了候气说的荒谬，只是南宋又兴起，实在不知为何：

> 以余揆之，冬至为气初，冬至定，则其他诸节候自皆可以定，此诚当候。当此之时，阳气方在地中，则冬至诚为可候。周官保章氏常以至日观云物，以辨吉凶水旱，亦此意也。而邹衍京房辈，误传其说，遂云每岁十有二月，每月必按，诚属无当。候气之说，自唐贞观而后，以至五代，皆不见国史，或唐宋诸代，久识其虚谬，而蔡季通当宋之晚、李尚犹因仍其说，何哉？（[20]，59 页）

对候气学说最猛烈的批判来自朱载堉。他在 1596 年著的《律吕精义》中，有《候气辨疑》一文，认为候气之说的埋管飞灰“此其谬说，乃不经之谈也。”（[21]，171 页）通过仔细研究候气学说的历史记载，他认为候气实验的起源都是模糊的，战国的邹衍、西汉的京房、东汉的蔡邕虽然都有与律、气有关的事迹，但都没有“吹灰之说”。《汉书》对律记载的非常详细，但也没有律管吹灰的记录。他推测候气吹灰是东汉以来，一些儒者为解读经书，应时造出的一种说法，被后世不断转述，最后竟然成了定论。他总的结论是“盖候气之法，不见于经而见于纬”“似道听途说，而未尝试验耳。”（[21]，186～187 页）

开始，朱载堉本于乐律学的研究，对候气学说没想投入太多，说“律以和声为本，累黍为要。若夫候气，盖其用之一端耳，非乐学之所急，或有或无，存而不论可也。”（[21]，188 页）但后来经深入研究，他终于按捺不住，开始了对候气体系的大张挞伐：

> 夫候气乃荒唐之所造，人听无凭，据之中声，舍累黍，无一定之法度，呜呼，蔡氏此说，在其书中最为谬妄者也。近世迷者，反从而善之，何哉？或问“画工貌物，孰易孰难？”答曰“鬼神易，犬马难。”何故？貌物欲其似也，鬼神无证故易，犬马有证故难。夫律家累黍制管，犬马之类也；候气审音，鬼神之类也。昔之狂伶妄瞽，造为无稽之言，以神其术，欺罔众愚，使人莫可致诘，历代信之不疑，则是难其所易，而易其所难也，不亦谬哉！[22]

这番批判，火药味颇浓，说候气学说就像画工画鬼一样，没有凭据，谁也不知他画得对与错，站在现代科学的角度和立场来看，朱载堉的批判确实切中要害，由于候气实验条件的苛刻性，使它在无法证实的情况下也无法证伪，所以才神神秘秘地存在了一千多年。而蔡元定的候气定律，他认为更是“最为谬妄者也”“迂愚之论”。不破不立，在当时他为了纠正天文历法、音律确定上面的一些弊端，这样批判候气学说，是可以理解的。

最难得的是，他并不是凭感觉和常识批判候气说的虚妄、批评前人的轻信候气，他受实学思想影响，身体力行，亲自花费大量人力物力进行了严密的实验，这种浓厚的科学精神是前所未有的。

这些实验，在他晚年撰的《律吕正论》中，记载得很详细:

> 旧说: 凡造律，河内葭莩灰、上党羊头山黍、宜阳金门山竹，三者不可缺一。然此三者皆易得之物也。所谓河内，即敝邑也。北距上党，南距宜阳，皆约三、四日路。万历八年，庚辰之岁，余尝遣人采取三者，单粒之秬、双粒之秠、长节之竹，不止数万。亦自种之，黍成顷、竹成林，至今田园所收黍竹，皆彼处之种也。然地土不宜，不如彼处所产也。又尝依蔡元定之说，自长十寸，递减毫厘，至于五寸，共有三百八十四等，浅深排列，试验吹灰，竟无吹灰之理。始觉凡信此者，皆愚人、妄人也。窃自思惟，古今贤者多矣，悉被所惑，何哉? 忽读邢公所著律考之书，指斥钦天监伪造吹灰事，甚喜。……夫吹灰之事必无，则葭莩不必论。[23]

按朱载堉的叙述，他为了使实验更可控、更准确，还开辟了很大一块试验田，派人取来河内(就在当地) 葭苇、上党羊头山秬黍种、宜阳金门山竹根，大规模种植在试验田中，很快就黍成顷、竹成林。他严格按照蔡元定“多截竹”的方法，在 5 寸至 10 寸的管长之间，制作了 384 枝长度逐渐递增的律管，放在缇室里浅深排列，进行候气飞灰实验，其装置可谓细密而且完备了，结果是毫无飞灰现象。

正是在这些扎实可靠的实验结果之上，朱载堉发起对候气的猛烈批判。尤其反对蔡元定的“候气定律”，称“坏律吕之学者，元定是也。”在其著作中一再地与候气说划清界限，他说“臣著乐书，不取埋管验气等术”[24]，“夫候气，乃荒唐之所造”([21]，825 页)。对《后汉书》、《晋书》、《隋书》等史书中有关候气说的记载，指出它们矛盾百出，其说不一。

对于候气学说的“多无证验”，他认为，候气学说颠倒了事物的因果关系，“以律验气”是不可能成功的。所谓“以律验气”，也就是缇室埋长度音律都定好的律管、一交节气就飞灰的实验，他的精细实验证明，在任何节气、任何长度的律管，都不会有灰飞出，更找不到让灰飞出的动力因或物理因; 把颠倒了的因果关系颠倒回来之后，他认为“以气验律”是可行的，但他的“以气验律”不是“候气定律”，而是乐律学的使用，指调好的弦线或律管在天气变化时，由于空气湿度或温度的改变，导致弦线或管的发音产生变化的现象。([25]，423 页)

明朝后期社会状态是封闭的，但学术环境相对开放，伴随着明末实学思潮，科学人物有李时珍、徐霞客、徐光启、宋应星、朱载堉等涌现，当然多数(如徐霞客、宋应星、朱载堉)是后世人们才了解了他们的伟大。朱载堉反对候气学说，以复杂的计算和精心设计的实验作基础，他称那些只信书本的儒生是“尊信耳闻之虚说，诬蔑眼见之实现”。[26] 朱载堉深懂实践是检验真理的唯一标准这一观念，这是先前甚至后世其它的候气质疑者都望尘莫及的。

朱载堉的同时代人邢云路，也是朱载堉猛烈批判候气说的同盟军。朱载堉在他的书中曾写道，他作了大量实验，苦苦思索候气说的荒谬，奇怪为什么那么多古今贤者都被这个邪说迷惑时，“忽读邢公所著律考之书，指斥钦天监伪造吹灰事，甚喜”[23]。

邢云路任陕西按察司副使时,曾在兰州立六丈高表测日影,算得回归年长度为365.242190日,同现代理论计算值只差2.3秒。于是万历三十八年(1610年)被召入京,参加改历工作。著《古今律历考》72卷,指陈历代历法得失,有许多精辟独特的见解。

在《古今律历考》中,他用很多篇幅讨论候气说。在卷33《候气》一节,先全面抄录列举《后汉书》、《隋书》中关于候气的记载,也抄录了宋代蔡元定《律吕新书》中的很多论述,随后逐一驳斥:

> 《后汉志》载律制莫能辨其相传,惟候气曰相传,则必古法也。古法不知传自何代?考候气之法,不见经典而纬书有之,天子常以日冬夏至合八能之士,听乐度晷,权灰候占之说,纬书之文也,纬书乃后人伪为之,未可尽信。([27],383页)

他描述了三重缇室律管按方位摆放的候气飞灰之法,也描述了信都芳观云候气和轮扇候气之术、毛爽的“气至灰符,与其父兄管尺飞灰皆应”、蔡元定的“所载升降之数,如其分厘毫丝忽不爽也”这些事件,说这些事如果都可信的话,“岂不如神然?”他以这些如神迹一般不可信的事作为铺垫,引出隋帝责难牛弘关于候气与君王行为的关系的说法,牛弘无以回答之事,邢云路说“此正其候气之不足凭也。”随后他做出自己的分析:

> 盖冬至一阳生,古人于此候气,验其阳气上升则有之,嗣是一阳既升,气腾而上,无日不飞,岂有必待一气之变,所埋管灰始升寸内数分之理?([27],383页)

他这样分析的思路是行得通的,但问题是传统科学中的阴阳理论如果仅满足于“一阳既生”“无日不飞”,没有量化的工作或理论,那也就难以发展了,候气学说正是这样一种量化和发展传统科学阴阳理论的尝试。

接着他又对埋管方位提出质疑,如果把缇室向北移动几步,那么子位成了午位,就该午位飞灰了吗?邢云路的这个论点是不太有力的,按候气实验的设计,律管飞灰的动因以地气上升的高度为主,并不在方位,律管按方位排列只是律、月与方位的一种对应的需要。

> 冬至,阳在下,故用九寸,大寒至小满,阳渐升,管渐短,其说犹通,若夏至后,则阳气下降,管宜渐长也,乃大暑较夏至渐短,至小雪寒极,阳气深入地中,而管却止四寸六分耶,小雪用四寸六分短管,即可接灰而上,过此一节,乃阳气又突然潜入深地,须用九寸长管,方得飞灰耶?夫岂升降消息渐次之常也,此不通之论,不俟言之毕而明者。([27],383~384页)

月律关系的这种安排确实是不合理的,因为成为传统,后人无法推倒重来,顶多是批评、修改,邢云路这里也再次严厉批判了这种逻辑不通的荒谬拼接。

> 地有南北燥湿不同,南方冬月,地犹生物,北方地寒,正月地犹冻二三尺,以寒冬子月加九寸之管,岂能下通,故曰候气之不足凭也。若淮南子燥湿轻重之说,亦无稽之谈耳!([27],384页)

站在实学的角度看中国传统科学,确实有很多可批判的东西,严冬时节,地冻二三尺深,即使是最长的九寸律管,也通不到地下非冻土层,哪里会有气上升?不过候气神秘主义本认为此“气”不一定是物理化的流动空气,很可能是像中医里说的一样神秘的“气”,那就与冻土不冻土没太多直接关系了。

然后就是整个指斥候气实验是造假的话了:

> 嘻,我知之矣,扇之动、灰之飞,皆机也。机通其窍,人鼓其机,扇动灰飞,时刻不

爽，暗作假事，以欺人主，犹如巧术之制，木人应期而捧时，铜人如候而鸣钟，从古有之，其机犹是也，历代欺以传欺。至今钦天监官诣顺天府，用机械造假灰候气于立春等节，以告人曰：'灰飞矣'，以入告曰：'灰飞矣'。将谁欺？欺天乎？（[27]，384 页）

原来他悟出了，无论信都芳的轮扇，还是历代候气实验中的飞灰，全都是用机械方法人为制造的，用来欺骗君王，就像古代的漏刻机械钟一样，木人、铜人出来敲钟，后面是有机轮动力操纵的，这不是欺天罔道吗?

从邢云路的这些话来看，他对候气说的批判流于情绪化，不像朱载堉那样以实验为基础。他把推测当论据，认为历代候气实验全都是人造的假，未免武断，对候气说的批判几乎与近代批判永动机一个格调。（[25]，422 页）这是他受实学影响太深，对传统科学思维理解不够所致。

4 结 语

古代候气实验的存在历史，虽号称"两千年"，但如果从东汉算起，到清康熙年间，一共也就 1600 多年。而通过本文的论述可以看出，从唐贞观到元末，司天机构的候气实验，很可能完全没有，有记载的仅是从东汉到隋的 700 多年，以及从明到清初的 300 年。前 700 年是我们熟知的建三重缇室、用十二支律管测十二中气时刻的候气实验（不妨称为"传统候气实验"），后 300 年的候气方法已与传统方法大相径庭：三重缇室改为普通房间，十二支律管改为八支竹管，测每月的中气时刻改为冬至预告八方的农作物丰歉。为什么会出现这种演变？史书对其内容的记载都极少，其演变的原因就更不得而知了，这是候气研究中值得探讨的一个谜。

至于对候气实验、候气观念的研究，从南宋时兴起，历经元、明，一直不衰（甚至涵盖整个清朝），这些研究都集中在汉代兴起的"传统候气实验"方法上，也是一个令人感兴趣的话题。为什么候气实验屡屡不成功，在一些朝代几乎失传，又仍被后人屡屡提起、重复，甚至改换成另外一种形态出现？因为在整个中国封建社会，"律历一体"、"黄钟为万物之本"等思想一直根深蒂固，到清初西学强力东渐前仍然没有彻底的变化，所以"候气"观念虽时兴时衰、实证无验，但却被"审慎地不否定"，直到明末新学思潮兴起时，才出现了否定声音。

这几朝的候气研究者大都是研究乐律、乐理的学者，或以乐律为切入点进行研究的。除少数人如张居正、朱载堉等试图通过实验恢复或证伪候气实验外，多数人是把它当作一门学问来研究的，宋元时的研究基本是肯定和赞誉，至多提出一些改进性意见，到了明代，尤其是中后期，否定的声音多了起来，既有建设性批评，也有猛烈的批判。

候气学说在明代遭到的批评，大多仍出自于音乐圈内人士之口[28]，除邢云路外，几乎都是音律方面的学者而非天文历法学者。因为到了明代，通过候天地元气来确定黄钟管长度这种做法，离具体的音律制定已经相去甚远，所以在音乐界人士看来，候气学说不可思议、荒诞不经。但在音乐圈外，特别是钦天监和天文历法学者那里，尚没有这么强烈的反对声音。

当然，朱载堉、邢云路等人的批判，表现了明末新学思潮对候气学说的强烈否定态度，

虽然由于时机尚未成熟、传统的强大惯性力，这种批判没有被学界普遍认可，但毕竟为清朝康熙年间彻底否定候气实验在理论和证据上都打下了坚实的基础。

致 谢 本文得到审稿专家的指点和改进，特此感谢。

参 考 文 献

1 (明) 瞿九思. 乐经以俟录 [A]. 四库全书存目丛书编纂委员会(编). 四库全书存目丛书 [Z]. 经 184 卷. 济南: 齐鲁书社，1997. 59.

2 (宋) 沈括. 元刊梦溪笔谈 [M]. 北京: 文物出版社，1975. 42 ~44.

3 (宋) 蔡元定. 律吕新书 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 212 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986.

4 (宋) 朱熹. 晦庵集 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 1145 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986. 301.

5 (明) 王邦直. 律吕正声 [A]. 四库全书存目丛书编纂委员会(编). 四库全书存目丛书 [Z]. 经 183 卷. 济南: 齐鲁书社，1997.

6 (元) 刘瑾. 律吕成书 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 212 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986. 119.

7 (元) 齐履谦. 知太史院事郭公行状 [A]. (元) 苏天爵(编). 元文类 [M]. 卷 50. 影印本. 台北: 世界书局，1967. 13.

8 陈美东. 郭守敬评传 [M]. 南京: 南京大学出版社，2003. 107 ~108.

9 (清) 张廷玉，等. 明史 [M]. 北京: 中华书局，1974.

10 薄树人(主编). 中国科学技术典籍通汇·天文卷 [M]. 第 2 册. 郑州: 河南教育出版社，1993. 252.

11 (清) 于敏中，等. 日下旧闻考 [M]. 第 4 册. 北京: 北京古籍出版社，1981.

12 毛佩琦. 明代音乐的复古及其失败 [J]. 史学月刊，1989，(5): 35.

13 (清) 孙承泽. 春明梦余录 [M]. 北京: 北京古籍出版社，1992. 708.

14 (清) 江永. 律吕新论 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 220 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986.

15 (明) 王鏊. 震泽长语 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 867 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986. 217.

16 (明) 韩邦奇. 苑洛志乐 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 212 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986. 196.

17 (明) 李文察. 律吕新书补注 [A]. 四库全书存目丛书编纂委员会(编). 四库全书存目丛书 [Z]. 经 183 卷. 济南: 齐鲁书社，1997. 196.

18 (明) 李文察. 古乐筌蹄 [A]. 四库全书存目丛书编纂委员会(编). 四库全书存目丛书 [Z]. 经 183 卷. 济南: 齐鲁书社，1997. 215.

19 (明) 倪复. 钟律通考 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 212 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986. 680.

20 (明) 瞿九思. 乐经以俟录 [A]. 四库全书存目丛书编纂委员会(编). 四库全书存目丛书 [Z]. 经 184 卷. 济南: 齐鲁书社，1997.

21 (明) 朱载堉. 律吕精义 [M]. 冯文慈(点注). 北京: 人民音乐出版社，1998.

22 (明) 朱载堉. 律学新说 [M]. 冯文慈(点注). 北京: 人民音乐出版社，1986.

23 (明) 朱载堉. 律吕正论 [A]. 续修四库全书编纂委员会(编). 续修四库全书 [Z]. 经 114 册. 上海: 上海古籍出版社，2002. 311 –312.

24 (明) 朱载堉. 灵星小舞谱 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 214 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986. 479.

25 戴念祖. 中国物理学史大系·声学史 [M]. 长沙: 湖南教育出版社，2001.

26 陈春鸣. 科学与中国的近代化——论晚明清初到清末民初的科学思潮 [J]. 燕山大学学报(哲学社会科学版)，2009，**10**(2): 65.

27 (明) 邢云路. 古今律历考 [A]. 文渊阁四库全书 [Z]. 787 册. 台北: 台湾商务印书馆，1986.

28 唐继凯. 中国古代天文历法与律吕之学——中国传统律吕之学及律历合一学说初探 [J]. 交响(西安音乐学院学报)，2000，**19**(3): 24 ~32.

Houqi ("Distinguishing the Vapours") Experiments and Concepts in the Imperial Observatory and their Rise and Fall during the Song, Yuan and Ming Dynasties

WANG Yumin

(*Beijing Ancient Observatory*, *Beijing Planetarium*, *Beijing* 100005, *China*)

Abstract The concepts and experiments of *houqi*("Distinguishing the Vapours") changed greatly through the Song, Yuan and Ming Dynasties. In the Song and Yuan Dynasties, the 12 pitch pipe *houqi* experiments in the Imperial Observatory were nearly stopped, although the famous astronomer Guo Shoujing studied and tried it. In the Ming Dynasty, the experiments were changed to an 8 pipe device, which were used for predicting crop harvests in 8 different directions. This was very different from the earlier experiments. In the Southern Song Dynasty, Cai Yuanding's concept of "determining the temperament by *houqi*" marked the revival of research on *houqi*. Through the Yuan and Ming Dynasties, more and more researchers emerged, though voices of doubt and opposition were raised too, culminating in the violent criticism of Qu Jiusi and Zhu Zaiyu.

Key words ancient astronomy, *houqi*, *houqi* room, Qu Jiusi, Zhu Zaiyu